

# Penentuan Lokasi Fasilitas Gudang Menggunakan *Fuzzy C – Means ( FCM )*

**Eko Sedyono, Indrastanti Ratna Widiyari, Milasari**

Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Satya Wacana  
Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711, Indonesia  
E-mail : [ekosed1@yahoo.com](mailto:ekosed1@yahoo.com)

## *Abstract*

*There are many methods used in solving the decision of warehouse location. One of the methods is Fuzzy C-Means (FCM) because it is one of the reliable methods in solving the problem of warehouse location determination. The research process employs input data of the number of warehouse that will be built, the number of markets, location which is represented by coordinate (x,y), weight (the importance rate of the markets's presence), the expected smallest error, weighted square, maximum iteration. The parameters will be processed to resolve the warehouse locations using Fuzzy C-Means method. From the experiment, the result is obtained in form of optimal warehouse locations.*

*Keywords: Fuzzy C-Means, warehouse location determination*

## **1. Pendahuluan**

Dalam perkembangan industri yang semakin pesat ini perusahaan-perusahaan berlomba untuk dapat tetap bertahan, bahkan meningkatkan peringkatnya ditengah kerasnya persaingan. Khususnya perusahaan yang bergerak dalam bidang perdagangan pasti memikirkan dua hal utama yang selalu menonjol dari permasalahan-permasalahan yang muncul, yaitu perencanaan anggaran pengeluaran biaya distribusi produk dan lokasi pemasaran yang benar-benar membutuhkan produk tersebut.

Di suatu perusahaan besar yang bergerak dalam perdagangan memiliki lebih dari satu gudang yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan produk yang selanjutnya didistribusikan ke tempat pemasaran. Selain itu juga pemasarannya tidak terbatas hanya pada satu lokasi pasar saja, tetapi dapat lebih dari 10 lokasi pemasaran.

Dari permasalahan tersebut, maka dalam penelitian ini dibuat aplikasi untuk menyelesaikan masalah dengan metode *Fuzzy C-Means*. Analogi sederhana dalam menyelesaikan masalah dengan metode *Fuzzy C-Means* adalah mengetahui jumlah gudang yang akan dibangun untuk menentukan jumlah *cluster*, mengetahui jumlah pasar dan lokasinya dalam bentuk koordinat. Aplikasi ini dibangun dengan bahasa pemrograman Borland Delphi 7 [1].

Aplikasi yang dibuat menentukan input: jumlah gudang yang akan dibangun, jumlah pasar, lokasi dinyatakan dengan koordinat (x,y), bobot (tingkat kepentingan adanya pasar tersebut), *error* terkecil yang diharapkan, pangkat pembobot, maksimum iterasi. Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka dihasilkan pengelompokan *cluster-cluster* data serta penentuan sebuah pusat *cluster* yang optimal.

## 2. Fuzzy C-Means

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan ruang input ke dalam suatu ruang output. Konsep ini diperkenalkan dan dipublikasikan pertama kali oleh Lothfi A. Zadeh, seorang professor dari University of California di Berkeley pada tahun 1965. Konsep logika *fuzzy* ini berbeda dengan analisa metode tradisional yang masih menggunakan teknik metode numerik atau matematis dalam memecahkan masalah. Logika *fuzzy* menggunakan ungkapan bahasa untuk menggambarkan nilai variabel. Logika *fuzzy* bekerja dengan menggunakan derajat keanggotaan dari sebuah nilai yang kemudian digunakan untuk menentukan hasil yang diinginkan berdasarkan atas spesifikasi yang telah ditentukan. Telah disebutkan sebelumnya bahwa logika *fuzzy* memetakan ruang input ke ruang output. Diantara keduanya ada suatu kotak hitam yang akan bekerja untuk menghasilkan output [2]. Salah satu cara yang mungkin masuk ke dalam kotak hitam tersebut adalah *system fuzzy*. *System Fuzzy* adalah sistem yang dibangun berdasarkan aturan-aturan (pengetahuan) yang berupa koleksi aturan If - Then (Jika - Maka) [3].

*Fuzzy C-Means* adalah suatu teknik pengelompokan data dimana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaan. *Fuzzy C-Means* adalah algoritma pengelompokan yang terawasi, karena pada algoritma *Fuzzy C-Means* jumlah *cluster* yang akan dibentuk perlu diketahui terlebih dahulu. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh J. C. Bezdek pada tahun 1981, konsep dasar algoritma *Fuzzy C-Means* adalah menentukan pusat *kelompok* yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal, pusat *cluster* ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan pada tiap-tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang-ulang, maka didapat lokasi pusat *cluster* optimal. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut.

Output dari *Fuzzy C-Means* bukan merupakan *fuzzy inference system*, namun merupakan deretan pusat *cluster* dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data. Informasi ini dapat digunakan untuk membangun suatu *fuzzy inference system* [4].

Apabila terdapat suatu himpunan data (*input* atau *output* data dari sistem *fuzzy*) sebagai berikut:

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_N)$$

Derajat keanggotaan suatu titik data ke- $k$  di *cluster* ke- $i$  adalah :

$$\mu_{ik}(x_k) \in [0, 1] \text{ dengan } (1 \leq i \leq c; 1 \leq k \leq N)$$

Pada metode *Fuzzy C-Means*, matrik partisi didefinisikan sebagai :

$$\mu_f(c) = \begin{bmatrix} \mu_{11}[X_1] & \mu_{21}[X_1] & \dots & \mu_{c1}[X_1] \\ \mu_{12}[X_2] & \mu_{22}[X_2] & \dots & \mu_{c2}[X_2] \\ \mu_{1N}[X_N] & \mu_{2N}[X_N] & \dots & \mu_{cN}[X_N] \end{bmatrix}$$

dengan

$$\sum_{i=1}^{cc} \mu_{ik} = 1$$

yang berarti bahwa jumlah derajat keanggotaan suatu data pada semua *cluster* harus sama dengan 1.

Fungsi obyektif iterasi ke-t P (c) pada matriks partisi adalah :

$$Pt(c) = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^c (\mu_{ik})^w |x_k - v_{fi}|$$

Turunan dari rumus diatas yaitu :

$$v_{fi} = \frac{\sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^w x_k}{\sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^w}$$

dengan  $v_{fi}$  adalah pusat *cluster* pada *fuzzy* ke-i dan w adalah pangkat pembobot pada nilai-nilai keanggotaan,  $|x_k - v_{fi}|$  adalah bentuk normal *Euclidean* yang digunakan sebagai jarak antara  $x_k$  dan  $v_{fi}$ .

### Algoritma FCM

Dalam algoritma *Fuzzy C-Means*, input data yang akan di *cluster* berupa matriks X berukuran n x m (n = jumlah sampel data dan m = atribut setiap data).  $X_{ij}$  = data sampel ke-i (i= 1, 2, ..., n), atribut ke-j (j = 1, 2, ..., m). Algoritma yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *fuzzy clustering* dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut [5] :

1. Tetapkan
  - Jumlah *cluster* = c
  - Pangkat pembobot = w
  - Maksimum iterasi = MaxIter
  - *Error* terkecil yang diharapkan =  $\xi$
  - Fungsi obyek awal =  $P_0 = 0$
  - Iterasi awal = t = 1
2. Bangkitkan bilangan random  $\mu_{ik}$ , dimana i = 1, 2, ..., n ; k = 1, 2, ..., c ; sebagai elemen-elemen matrik partisi awal ( $\mu_f(0)$ ).

Hitung jumlah setiap kolom (atribut) :

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{ik}$$

dengan j = 1, 2, ..., m

Selanjutnya lakukan normalisasi pada  $\mu_{ik}$

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i}$$

3. Hitung pusat *cluster* untuk matriks partisi tersebut sebagai berikut:

$$v_{fi} = \frac{\sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^w x_k}{\sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^w}$$

Dengan :

$v_{fi}$  = pusat *cluster*

$\mu_{ik}$  = derajat keanggotaan titik ke-k di *cluster* ke-i

w = pangkat pembobot

x = data masukan ke-k

4. Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke-t

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left[ \left[ \sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right]$$

5.  $Error = | P_t - P_{t-1} |$

$\xi$  = Error terkecil yang diharapkan

Fungsi obyektif =  $P_t$

6. Euclidean adalah nilai jarak udara antara *cluster* terhadap pusat *cluster*nya. Jarak yang diambil dengan garis lurus.

Euclidean =

$$\sum_{i=1}^k \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_{[1,i]} - v_{[1,i]})^2 + (y_{[1,i]} - v_{[1,i]})^2} \times weight_{[i]}$$

Rectilinear adalah nilai selisih koordinat titik x dan selisih titik y (jarak) antara *cluster* terhadap pusat *cluster*nya.

Rectilinear =

$$\sum_{i=1}^k \sum_{i=1}^n |(x_{[1,i]} - v_{[1,i]})| + |(y_{[1,i]} - v_{[1,i]})| \times weight_{[i]}$$

7. Perubahan matriks partisi sebagai berikut :

$$\mu_{ik} = \frac{\left[ \sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[ \sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}$$

$x_{ij}$  : Sampel data ke-i, atribut ke-j

$v_{kj}$  : Pusat *cluster* ke-k untuk atribut ke-j

w : Pangkat pembobot

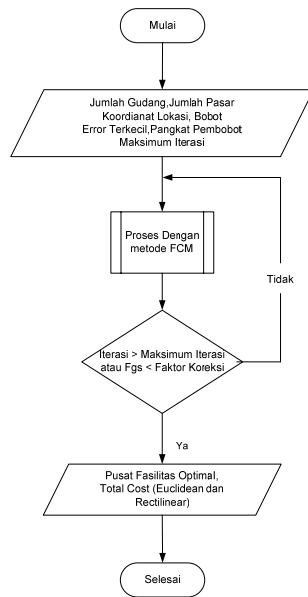
8. Cek kondisi berhenti:

7. Jika  $t > \text{MaxIter}$  maka berhenti

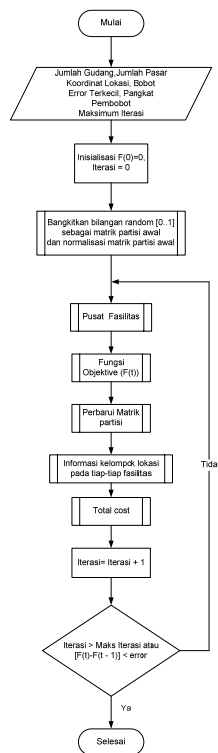
8. Jika tidak  $t = t + 1$ , ulangi langkah ke-3

### Perancangan Sistem

Gambar berikut ini merupakan diagram alir (*flowchart*) yang merupakan diagram alir perangkat lunak untuk menentukan lokasi gudang dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*.



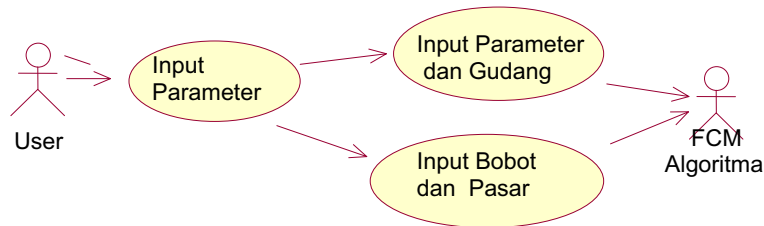
**Gambar 1** Diagram Alir Metode *Fuzzy Clustering*



**Gambar 2** Diagram Alir *Fuzzy C-Means*

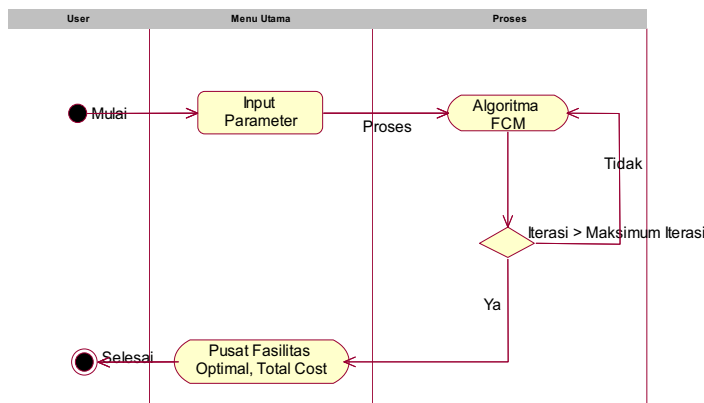
UML ( *Unified Modeling Language* ) sebuah bahasa untuk menentukan visualisasi, konstruksi, dan mendokumentasikan *artifacts* dari sistem software untuk memodelkan bisnis dan sistem non software lainnya. Pemodelan UML terdiri dari:

- *Use case diagram* menggambarkan proses-proses yang terjadi dalam suatu software. Use case juga menggambarkan apa yang sedang dilakukan oleh seorang Actor.



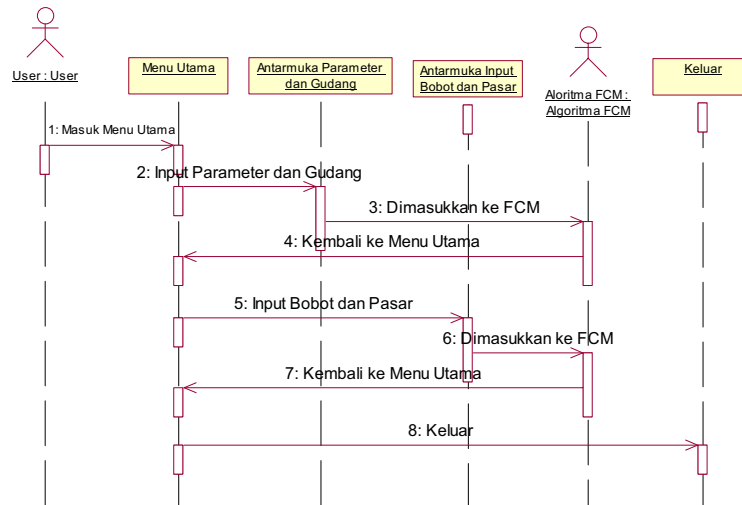
**Gambar 3** Use Case Diagram

- *Activity diagram* menggambarkan proses-proses yang terjadi mulai aktivitas dimulai sampai aktivitas berhenti.



**Gambar 4** Activity Diagram

- *Sequence diagram* menggambarkan interaksi antara objek-objek dalam suatu sistem dan terjadi komunikasi yang berupa pesan(message) serta parameter waktu.



Gambar 5 Sequence Diagram

### 3. Implementasi Dalam Penentuan Fasilitas

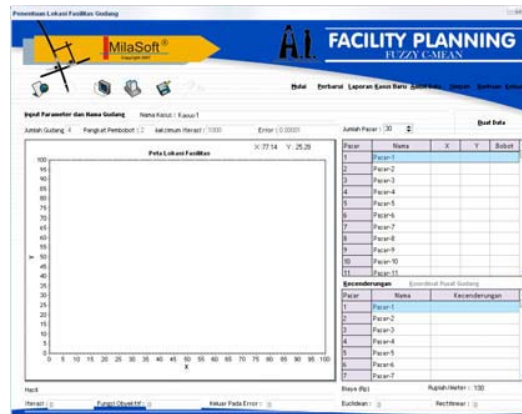
Tujuan dari tahap implementasi adalah untuk memastikan perangkat lunak yang dibuat dapat bekerja secara efektif dan efisien sesuai dengan yang diinginkan. Untuk itu pada tahap ini akan dijelaskan bahasa pemrograman yang dipakai dan implementasi antarmuka. Berikut implementasi dari sistem perangkat lunak untuk masalah penentuan lokasi gudang dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*.

#### Implementasi Antarmuka

Berikut ini adalah gambaran antarmuka-antarmuka yang terdapat pada sistem perangkat lunak menentukan lokasi gudang menggunakan *Fuzzy C-Means*.

##### *Antarmuka Menu Utama*

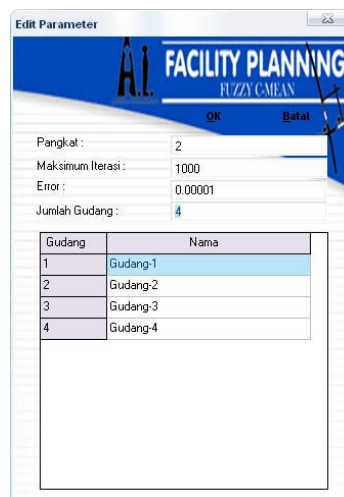
Antarmuka ini merupakan menu utama untuk melakukan proses. Terdapat beberapa komponen pada antarmuka menu utama yaitu Grafik untuk peta lokasi, input parameter dan nama gudang, input data pasar, edit data koordinat dan bobot, tombol ambil data, tombol simpan, tombol kasus baru, tombol mulai, tombol laporan, tombol bantuan, tombol keluar, tombol masukkan peta, tombol hapus peta, tombol simpan peta, tombol perbesar peta, tombol batal, tombol perbarui, tombol kecenderungan, tombol koordinat pusat gudang, tombol biaya terlihat pada gambar 6.



Gambar 6 Antarmuka Menu Utama.

*Antarmuka Edit Parameter.*

Antarmuka ini digunakan untuk membuat atau mengedit input data. Pada antarmuka ini data yang diinputkan adalah jumlah gudang yang akan dibangun, *error* terkecil yang diharapkan, pangkat pembobot, maksimum iterasi, dan nama gudang yang akan menandakan sebagai pusat gudang pada peta lokasi fasilitas, yang terlihat pada gambar 7.

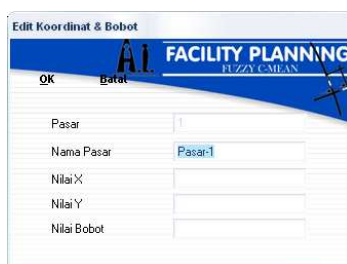


Gambar 7 Antarmuka Edit Parameter.

*Antarmuka Edit Koordinat dan Bobot.*

Antarmuka ini digunakan untuk merubah nilai yang berada pada koordinat dan bobot pada stringgrid, yang berfungsi sebagai derajat keanggotaan lokasi, yang terlihat pada gambar 8.

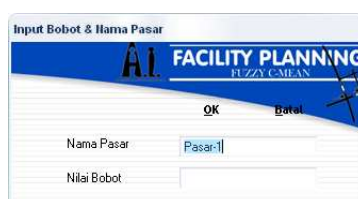




**Gambar 8** Antarmuka Edit Koordinat dan Bobot.

*Antarmuka Input Bobot dan Nama Pasar.*

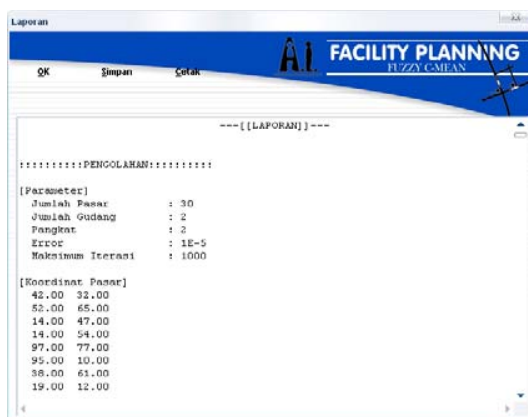
Antarmuka ini digunakan untuk menginputkan nama pasar dan bobot saat menentukan lokasi pada peta secara konvensional, maka akan muncul form input bobot dan nama pasar, yang terlihat pada gambar 9.



**Gambar 9** Antarmuka Input Bobot dan Nama Pasar.

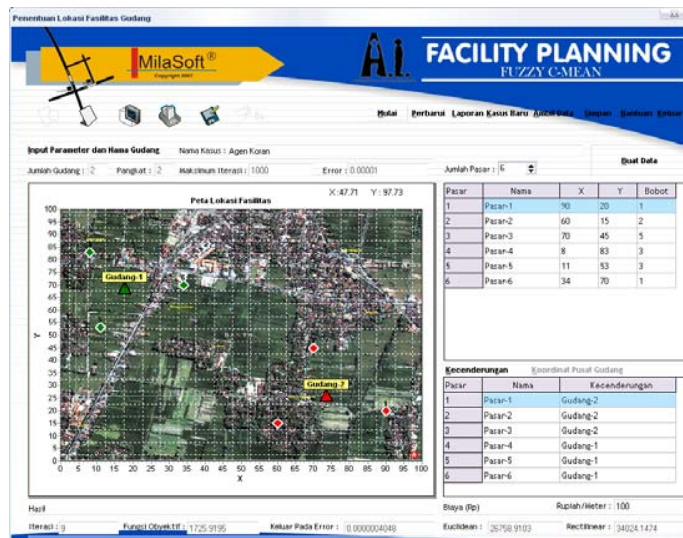
*Antarmuka Laporan.*

Antarmuka ini digunakan untuk memberikan informasi hasil proses perhitungan sebanyak iterasi perulangannya, dalam menyelesaikan masalah penentuan lokasi gudang menggunakan *Fuzzy C-Means*, yang terlihat pada gambar 10.



**Gambar 10** Antarmuka Laporan.

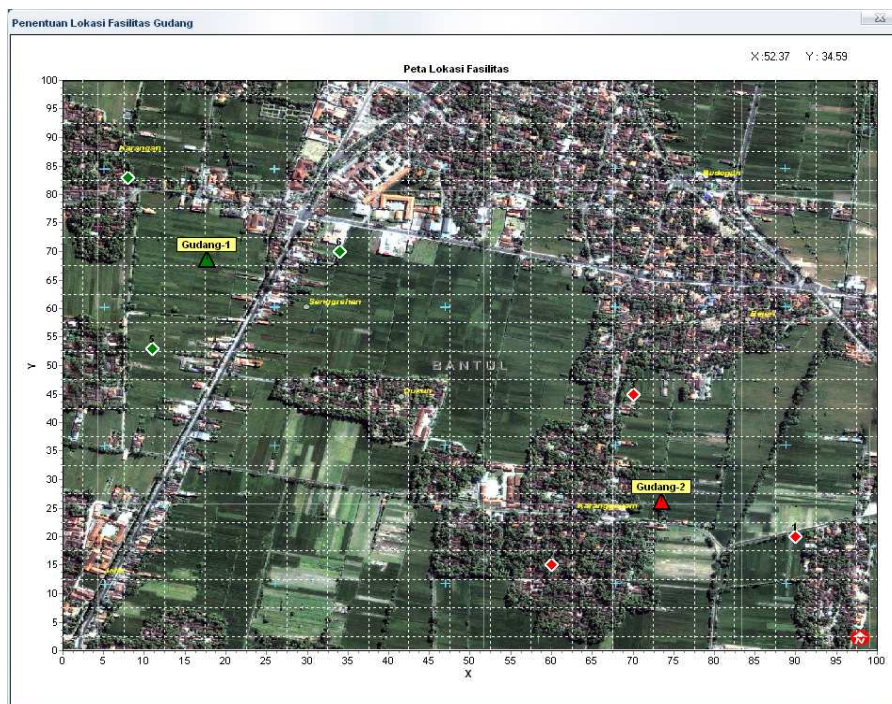
Setelah semua inputan yang dibutuhkan telah dimasukkan, maka dapat diperoleh hasil seperti terlihat pada gambar 11. Antarmuka ini menampilkan hasil berupa koordinat lokasi gudang pada peta berskala 1 : 5000.



Gambar 11 Hasil Keluaran.

*Antarmuka Perbesar Peta.*

Antarmuka ini digunakan untuk memperbesar peta, agar peta terlihat lebih jelas dan besar, yang terlihat pada gambar 12.



Gambar 12 Antarmuka Perbesar Peta.

#### **4. Kesimpulan dan Saran**

Perangkat lunak yang telah dibuat dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penentuan lokasi fasilitas gudang dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* (FCM) yaitu dengan menentukan pusat cluster pada lokasi fasilitas. Dalam menentukan pusat cluster, tiap-tiap lokasi fasilitas harus memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap cluster. Dengan memperbaiki pusat cluster dan derajat keanggotaan lokasi fasilitas secara berulang, maka pusat cluster akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimisasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari lokasi fasilitas ke pusat cluster yang terbobot oleh derajat keanggotaan lokasi fasilitas tersebut.

Dapat dikembangkan aplikasi serupa yang berbasis web dan dipasang di website sehingga pengguna dapat menggunakannya langsung lewat website tanpa harus menginstal program. Untuk keperluan ini perlu digunakan bahasa pemrograman yang multi platform / tidak tergantung pada mesin tertentu yaitu bahasa pemrograman JAVA.

#### **5. Daftar Pustaka**

- [Mad03] Madcoms, 2003, *Pemrograman Borland Delphi 7 lengkap dengan contoh aplikasi (jilid 1)*, Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- [Kus03] Kusumadewi, Sri, 2003, *Artificial Intelegence (teknik dan aplikasinya)*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [Thi99] Thiang, Anies Hannawati, Ban Eng, Resmana, 1999, Sistem Pengembangan Kendali Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Keluarga MCS51 (PetraFuz), *Jurnal Informatika*, (1-1), 2.
- [Sur05] Surwi, Faranita, 2005, *Prediksi Fluktuasi Indeks Dollar AS Terhadap Rupiah Menggunakan Metode ANFIS (Adaptive Neuro - Fuzzy Inference System)*, FT UMS.
- [Kus04] Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo, 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, Yogyakarta: Graha Ilmu.